



(11)

EP 3 085 832 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.06.2019 Patentblatt 2019/24

(51) Int Cl.:
E01C 19/38 ^(2006.01) **B25F 5/00** ^(2006.01)
E02D 3/046 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16165357.1**

(22) Anmeldetag: **14.04.2016**

(54) **VORRICHTUNG ZUM VERDICHTEN EINES UNTERGRUNDES**
DEVICE FOR COMPACTING OF THE UNDERLYING SURFACE
DISPOSITIF D'ETANCHEIFICATION D'UN SOUS-SOL

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **20.04.2015 DE 102015106008**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.10.2016 Patentblatt 2016/43

(73) Patentinhaber: **Ammann Schweiz AG**
4901 Langenthal (CH)

(72) Erfinder:
• **Hörster, Jochen**
51465 Bergisch Gladbach (DE)

• **Goworek, Daniel**
51429 Bergisch Gladbach (DE)

(74) Vertreter: **Pellengahr, Maximilian Rudolf**
Bauer Wagner Priesmeyer
Patent- und Rechtsanwälte
Grüner Weg 1
52070 Aachen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-U1- 29 701 737 DE-U1-202009 000 264
US-A- 3 972 637 US-A- 4 113 403

EP 3 085 832 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Einleitung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verdichten eines Untergrundes gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Unter einer "Bodenkontakteinheit" wird im Sinne der vorliegenden Anmeldung eine Einheit verstanden, die unmittelbar mit den jeweilig zu bearbeiten Untergrund in Kontakt tritt. Bei einer Vorrichtung, die als Vibrationsplatte ausgeführt ist, ist eine derartige Bodenkontakteinheit in der Regel von einer planen Metallplatte gebildet, die mittels eines Schwingungserregers in eine Schwingung versetzbar ist.

[0003] Unter einer "Führungseinrichtung" wird im Sinne der vorliegenden Anmeldung eine Einrichtung verstanden, mittels derer die Vorrichtung führbar ist, das heißt der Vorrichtung eine Richtungsänderung aufprägbar ist und die Vorrichtung schiebbar und ziehbar ist. Bekannte Vorrichtungen der eingangs beschriebenen Art weisen in einem Betriebszustand, in der der Schwingungserreger aktiv ist, einen "automatischen Geradeauslauf" auf, sodass ein Eingriff des Nutzers der Vorrichtung im Sinne des Aufbringen einer Lenkbewegung oder dergleichen in der Regel nicht notwendig ist. Bei der Führungseinrichtung handelt es sich im Sinne der vorliegenden Anmeldung in jedem Fall um eine solche, die von einem Nutzer der Vorrichtung unmittelbar bedient wird. Das heißt, dass die Führungseinrichtung nicht im Sinne einer ferngesteuerten Führung wirkt.

[0004] Bei dem genannten "Schwingungserreger" handelt es sich in aller Regel um einen Exzenter, der typischerweise mittels eines Verbrennungsmotors angetrieben wird. Der Exzenter erzeugt mittels einer Bewegung einer Masse um eine exzentrisch angeordnete Achse eine Schwingung, mittels derer zumindest die Bodenkontakteinheit in die gewünschte Vibration versetzbar ist.

[0005] Gewissermaßen das Gegenteil des hier beschriebenen "Betriebszustandes" ist ein "Ruhezustand". Unter diesem Ruhezustand wird ein Zustand der Führungseinrichtung verstanden, in dem diese frei von äußeren Kräften ist. Insbesondere wird in dem Ruhezustand die Führungseinrichtung der Vorrichtung nicht verwendet und ist demzufolge allein der aufgrund ihres Eigengewichts wirkenden Gewichtskraft ausgesetzt. Die Puffereinheit liegt in diesem Ruhezustand folglich in einem im Wesentlichen unverformten Zustand vor, da eine Übertragung von Kräften von der Führungseinrichtung auf den Oberwagen nicht stattfindet.

[0006] Ein "miteinander in Kontakt stehen" von Oberflächen des Verbindungsmittels und der Puffereinheit ist so zu verstehen, dass diese Oberflächen aneinander anliegen, sodass ein Kraftfluss von der Puffereinheit zu dem Verbindungsmittel und umgekehrt möglich ist. Hierzu ist es nicht zwingend erforderlich, dass zwischen entsprechenden Oberflächen der Puffereinheit und des Verbindungsmittels ein vollflächiger Kontakt vorliegt. Stattdes-

sen ist es ebenso denkbar, dass lediglich ein Teil korrespondierender Oberflächen von Puffereinheit und Verbindungsmittel in Kontakt stehen. Gleichwohl kann es vorteilhaft sein, wenn zwischen entsprechenden Oberflächen der Puffereinheit und des Verbindungsmittels ein vollflächiger Kontakt besteht.

[0007] Eine Richtung, die hier als "radial zur Drehachse" bezeichnet ist, ist senkrecht zu der Drehachse der Vorrichtung orientiert. Eine Überlappung der Führungseinrichtung und der Puffereinheit in dem Überlappungsbereich bedeutet mithin, dass bei einem gedachten Schnitt radial zu der Drehachse innerhalb des Überlappungsbereichs sowohl die Puffereinheit als auch die Führungseinrichtung geschnitten werden. Eine derartige Ausführung ist in dem vorstehend genannten Stand der Technik nicht gegeben, da die dortige Anschlussplatte parallel zu einer Stirnseite der dortigen Puffereinheit orientiert sowie an dieser Stirnseite angeordnet ist; mithin ist dort kein Schnitt radial zu der dortigen Drehachse führbar, mittels dessen sowohl das dortige Verbindungsmittel als auch die dortige Puffereinheit geschnitten werden.

Stand der Technik

[0008] Vorrichtungen der eingangs beschriebenen Art sind aus dem Stand der Technik bereits bekannt. Sie werden typischerweise zur Verdichtung eines Untergrundes eingesetzt. Diese erfolgt dadurch, dass die in eine Schwingung versetzte Bodenkontakteinheit "rüttelnd" auf den jeweiligen Untergrund einwirkt. Aufgrund einer Masse der Vorrichtung werden die einzelnen Partikel, von denen der Untergrund gebildet ist, verdichtet. Auf diese Weise ist es möglich, den Untergrund gewissermaßen zu versteifen, sodass dieser unter einer nachfolgend aufgebracht Belastung, beispielsweise einem darauf zu erstellenden Gebäude oder Trasse, lediglich in einem reduzierten Umfang nachgibt und es nicht zu unerwünschten Setzungen kommt.

[0009] Insbesondere aus der DE 297 01 737 U1 ist eine Vorrichtung bekannt, deren Führungseinrichtung unter Zwischenschaltung einer Puffereinheit mit dem dortigen Oberwagen verbunden ist. Die Puffereinheit dient dazu, eine Vibration des Oberwagens "abzupuffern" und somit lediglich in einem reduzierten Umfang an die Führungseinrichtung weiterzuleiten. Dies ist insoweit von besonderer Bedeutung, als eine Beschleunigung der Führungseinrichtung aufgrund arbeitsschutzrechtlicher Bestimmungen unterhalb von $2,5 \text{ m/s}^2$ liegen sollte, damit die Nutzung der Vorrichtung nicht zeitlich eingeschränkt wird. Bei Beschleunigungswerten oberhalb von $2,5 \text{ m/s}^2$ schreibt die DIN EN ISO 5349 eine zeitliche Beschränkung der täglichen Nutzungsdauer einer Vorrichtung vor. Diese gilt es zu vermeiden.

[0010] Um dies zu erreichen, ist die Puffereinheit der im Stand der Technik bekannten Vorrichtung von einem elastischen Material gebildet, sodass sie sich besonders leicht verformen kann. Die Puffereinheit ist derart an dem Oberwagen der Vorrichtung angeordnet, dass sie gewis-

sermaßen als Zwischenelement zwischen der Führungseinrichtung und dem Oberwagen wirkt. Das heißt, dass die Führungseinrichtung und der Oberwagen in keinem unmittelbaren Kontakt stehen, sondern Kräfte, die zwischen der Führungseinrichtung und dem Oberwagen fließen, in jedem Fall ausschließlich mittels der Puffereinrichtung übertragen werden.

[0011] Wenngleich die "Abpufferung" der Vibrationen des Oberwagens aus den genannten Gründen erwünscht ist, so ist eine hierdurch bedingt indirekte Übertragung von Bewegungen der Führungseinrichtung auf den Oberwagen im Hinblick auf eine Führung des Oberwagens grundsätzlich nachteilig. Die genannte schwammige Übertragung kommt durch die Elastizität der Puffereinheit zustande, die dazu führt, dass eine Lenkbewegung, die auf die Führungseinrichtung ausgeübt wird, lediglich in einer abgepufferten Form auf den Oberwagen übertragen wird. Zu diesem Zweck ist die Puffereinheit gemäß der oben genannten DE 297 01 737 U1 derart ausgebildet, dass sie bei Erreichen einer bestimmten Verformung versteift, sodass eine direktere bzw. "ungefiltertere" Kraftübertragung zwischen der Führungseinrichtung und dem Oberwagen möglich ist. Es versteht sich, dass mit dieser Versteifung der Puffereinheit auch die Vibrationen des Oberwagens in gesteigertem Maße auf die Führungseinrichtung übertragen werden; da dies in der Regel jedoch lediglich über vergleichsweise kurze Zeiträume stattfindet, ergibt sich hieraus kein gesteigertes gesundheitliches Risiko für den Nutzer der Vorrichtung.

[0012] Um eine Pufferwirkung der Puffereinheit zu gewährleisten, ist es von besonderer Bedeutung, dass ein Kontakt von Metall auf Metall vermieden wird. Aufgrund der hohen Steifigkeit von Metall führt ein solcher Kontakt nämlich zu einer unmittelbaren Übertragung der Vibration des Oberwagens auf die Führungseinrichtung. Um einen direkt Kontakt zwischen metallischen Teilen der Führungseinrichtung und des Oberwagens zu vermeiden, ist die Puffereinheit gemäß dem genannten Dokument des Standes der Technik auf eine Anschlussplatte aufvulkanisiert, die an dem Oberwagen befestigt ist. Diese Anschlussplatte dient ausschließlich der Verbindung des Oberwagens mit der Puffereinheit; ein Kontakt zwischen der Anschlussplatte und der Führungseinrichtung tritt nicht auf.

[0013] Die Anschlussplatte ist an einer dem Oberwagen zugewandten Stirnseite der Puffereinheit angeordnet. Ein Kraftfluss zwischen der Führungseinrichtung und dem Oberwagen erfolgt demzufolge ausgehend von der Führungseinrichtung in die Puffereinheit und von dort mittels der Anschlussplatte in den Oberwagen. Auf die Puffereinheit einwirkende Kräfte werden folglich mittels Drehmomenten und Scherkräften in die Anschlussplatte abgetragen. Die Einleitung einer Kraft von der Führungseinrichtung in die Puffereinheit erfolgt von der Anschlussplatte aus betrachtet daher in jedem Falle ausmittig. Diese Art der Belastung ist für die Verbindung der elastischen und vergleichsweise weichen Puffereinheit mit der

steifen Anschlussplatte nachteilig. Insbesondere treten in Randbereichen der Anschlussplatte Spannungsspitzen auf, die für eine Dauerhaftigkeit der Verbindung beider Teile von Nachteil sind.

[0014] Ein weiteres im Stand der Technik bekanntes Beispiel, dass ein ringförmig ausgebildetes Pufferelement zeigt, ergibt sich aus den US Patenten 3,972,637 und 4,113,403. Insbesondere letztgenanntes Dokument offenbart eine typische Rüttelplatte, deren Führungseinrichtung unter Verwendung einer Puffereinheit an den Oberwagen angeschlossen ist. Die Puffereinheit dient dazu, eine Übertragung von Vibrationen von dem Oberwagen auf die Führungseinrichtung zu dämpfen. Die Konstruktion ist jedoch insoweit nachteilig, als die Führungseinrichtung zwecks Übertragung von Führungskräften, mittels derer die Rüttelplatte gelenkt werden kann, steif an den Oberwagen angeschlossen ist. Hierdurch ist eine vergleichsweise große Übertragung von Vibrationen auf die Führungseinrichtung zu erwarten.

Aufgabe

[0015] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, deren Verbindung der Führungseinrichtung und des Oberwagens gegenüber dem Stand der Technik verbessert ist.

Lösung

[0016] Die zugrunde liegende Aufgabe wird ausgehend von einer Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 14.

[0017] Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat viele Vorteile. Insbesondere ist ein gegenüber dem Stand der Technik verbesserter Kraftfluss zwischen dem Verbindungsmittel und der Puffereinheit möglich. Dies liegt darin begründet, dass sich das Verbindungsmittel "entlang" zumindest eines Teils einer Längsachse der Puffereinheit erstreckt, sodass eine ausmittige Belastung des Verbindungsmittels, wie sie im Stand der Technik vorliegt, zumindest reduziert ist. Die Längsachse der Puffereinheit ist parallel zu der Drehachse orientiert. Dabei ist es grundsätzlich unerheblich, ob sich das Verbindungsmittel innerhalb der Puffereinheit erstreckt oder ob es die Puffereinheit umgibt. In jedem Fall wirkt das Verbindungsmittel nicht lediglich an einer Stirnseite der Puffereinheit, sondern ermöglicht eine Einleitung einer Kraft in das Verbindungsmittel in einem ausgehend von der Stirnseite nach Innen gewandten Bereich. Das Verbindungsmittel kann insbesondere von einem Bolzen oder einem Rohrelement gebildet sein. Ebenso sind andere Ausführungen des Verbindungsmittels vorstellbar. In jedem Fall ist es vorteilhaft, wenn das Verbindungsmittel von einem widerstandsfähigen Material gebildet ist, ins-

besondere von einem metallischen Material. Ein derartiges Verbindungsmittel ist besonders gut dazu geeignet, einwirkende Kräfte in den Oberwagen abzuleiten. Hierbei versteht es sich, dass ein derartiges Verbindungsmittel gegenüber der Puffereinheit gemäß dem Stand der Technik besser geeignet ist, um von der Führungseinrichtung auf die Puffereinheit einwirkende Kräfte mittels Biegemomenten und Scherkräften abzutragen.

[0018] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht in dessen besonders einfacher Herstellung. Insbesondere ist es nicht notwendig, die Puffereinheit auf einer Anschlussplatte aufzuvulkanisieren. Stattdessen können die Puffereinheit und das Verbindungsmittel durch "Aufschieben" miteinander verbunden werden, das heißt mittels einer Bewegung der Puffereinheit und des Verbindungsmittels relativ zueinander in eine Richtung parallel zu der Längsachse der Puffereinheit.

[0019] Die Ausbildung des Ringquerschnitts der Puffereinheit ist für dessen puffernde Wirkung von besonderer Bedeutung. Dem liegt die Überlegung zugrunde, dass unabhängig von dem Material, von dem die Puffereinheit gebildet ist, allein durch die Ausgestaltung des Ringquerschnitts bereits eine puffernde Wirkung erzeugt werden kann. Dies ist insbesondere dadurch möglich, dass der Ringquerschnitt nicht als Vollquerschnitt, sondern als "aufgelöster" Querschnitt ausgeführt wird. Hierunter wird ein solcher Querschnitt verstanden, der gegenüber einem Vollquerschnitt bzw. einem massiven Querschnitt mindestens eine Ausnehmung aufweist. Das heißt, dass einem solchen Ringquerschnitt gegenüber einem Vollquerschnitt Material entnommen ist. Hierdurch wird eine Steifigkeit der Puffereinheit reduziert oder mit anderen Worten dessen Elastizität gesteigert. Es versteht sich also, dass ein solcher, mit mindestens einer Ausnehmung, möglicherweise mit mehreren Ausnehmungen, versehener Ringquerschnitt allein aufgrund seiner Geometrie zumindest eine gewisse Pufferwirkung aufweist.

[0020] Letztere ergibt sich aus der reduzierten Steifigkeit der Puffereinheit. Die reduzierte Steifigkeit hat wiederum zur Folge, dass die Eigenfrequenz der Puffereinheit bzw. einer gedachten Einheit aus Puffereinheit und Führungseinrichtung sinkt. Die Puffereinheit ist so ausgebildet, dass ihre Eigenfrequenz deutlich unterhalb der Erregerfrequenz des Schwingungserregers liegt. Hierdurch wird eine Anregung der Puffereinheit und folglich auch der Führungseinrichtung im Wesentlichen vermieden; insbesondere kann keine Verstärkung der Schwingung des Schwingungserregers an der Führungseinrichtung auftreten. Die Schersteifigkeit einer Puffereinheit ist vorzugsweise erheblich geringer als deren Längssteifigkeit, insbesondere um mindestens den Faktor 10. Die Längssteifigkeit beschreibt dabei diejenige Steifigkeit der Puffereinheit, die diese radial zu der Drehachse aufweist. Die Schersteifigkeit bezeichnet die Steifigkeit, die die Puffereinheit parallel zu der Drehachse aufweist.

[0021] Für die Wirkung der Puffereinheit ist es beson-

ders vorteilhaft, wenn die "ausschließliche Kraftübertragung" zwischen der Führungseinrichtung und dem Oberwagen im Sinne der vorliegenden Anmeldung während des Betriebszustands nicht lediglich zeitweise, sondern im Wesentlichen durchgängig vorliegt. Eine Unterbrechung einer solchen "ausschließlichen" Kraftübertragung kann beispielsweise dadurch auftreten, dass mittels der Führungseinrichtung ein um eine horizontale Achse wirkendes Drehmoment aufgebracht werden soll. Ein solches Drehmoment ist dazu geeignet, die Vorrichtung an einem der Führungseinrichtung abgewandten Ende anzuheben. Dies kann insbesondere bei Lenkbewegungen gewünscht sein. Das Drehmoment wird in der Regel durch Zusammenwirken zweier Verbindungsstellen von Führungseinrichtung und Oberwagen erzeugt, wobei mittels dieser Verbindungsstellen ein Kräftepaar an den Oberwagen übertragbar ist. Dieses Kräftepaar bewirkt das beschriebene Drehmoment. Zusätzlich zu einer Verbindungsstelle, an der die Puffereinheit wirkt, kann demzufolge zumindest eine zweite Verbindungsstelle vorhanden sein, gegen die die Führungseinrichtung abstützbar ist, um das beschriebene Drehmoment aufzubringen. Bei Kontakt der Führungseinrichtung mit dieser zweiten Verbindungsstelle kommt es zeitweise - typischerweise lediglich kurz - zu einer Kraftübertragung zwischen der Führungseinrichtung und dem Oberwagen, die nicht mittels der Puffereinheit erfolgt. Für den erfindungsgemäßen Erfolg ist dies unschädlich.

[0022] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung erstreckt sich das Verbindungsmittel in eine zu der Drehachse parallelen Richtung zumindest über eine gesamte Länge der Puffereinheit. Das heißt, dass bei einem beliebig gesetzten Schnitt durch die Puffereinheit radial zu der Drehachse in jedem Fall sowohl die Puffereinheit als auch das Verbindungsmittel geschnitten werden. Diese Ausführung hat den Vorteil, dass eine Kontaktfläche, die sich zwischen den korrespondierenden Oberflächen des Verbindungsmittels sowie der Puffereinheit ausbilden, maximal ist. Dies führt dazu, dass zwischen der Puffereinheit und dem Verbindungsmittel zu übertragende Kräfte auf eine maximale Fläche verteilt werden können. Insbesondere die Puffereinheit, die in der Regel elastisch ausgebildet ist, ist infolgedessen einer vergleichsweise geringen Flächenpressung ausgesetzt. Außerdem ist es vorstellbar, dass sich das Verbindungsmittel über die Puffereinheit hinaus erstreckt, das heißt über ein dem Oberwagen abgewandtes Ende der Puffereinheit vorsteht. Dies kann insoweit vorteilhaft sein, als dieses über die Puffereinheit überstehende Ende des Verbindungsmittels mit einem Fixierelement versehen werden kann, das sich im Wesentlichen in eine zur Drehachse radiale Richtung erstreckt. Ein solches Fixierelement ist dazu geeignet, mit einer dem Oberwagen abgewandten Stirnfläche der Puffereinheit formschlüssig einzugreifen und auf diese Weise eine Bewegung der Puffereinheit in eine dem Oberwagen abgewandte Richtung relativ zu dem Verbindungsmittel zu blockieren. Ein solches Fixierelement kann insbesondere

re von einem Sicherungsstift gebildet sein, der sich radial zur Drehachse erstreckt.

[0023] Weiterhin ist es von Vorteil, wenn sich die Führungseinrichtung und die Puffereinheit derart überlappen, dass sich das Verbindungsmittel in die Puffereinheit hinein erstreckt. In einer solchen Ausgestaltung umschließt die Puffereinheit das Verbindungsmittel zumindest teilweise, das heißt das Verbindungsmittel befindet sich gewissermaßen "innerhalb" der Puffereinheit. Vorzugsweise umschließt die Puffereinheit das Verbindungsmittel vollständig, sodass eine innere Oberfläche der Puffereinheit vollständig mit einer äußeren Oberfläche des Verbindungsmittels zusammenwirkt. Hierbei ist es durchaus vorstellbar, dass sich das Verbindungsmittel über die Puffereinheit hinaus erstreckt, wobei ein Teil einer äußeren Oberfläche des Verbindungsmittels nicht von der Puffereinheit umschlossen ist.

[0024] Im Hinblick auf die Puffereinheit kann es besonders vorteilhaft sein, wenn selbige rotationssymmetrisch ausgebildet ist. Hieraus ergibt sich unabhängig von einer Drehstellung der Führungseinrichtung relativ zu dem Oberwagen eine stets gleichbleibende Kraftübertragung zwischen der Puffereinheit und dem Verbindungsmittel, da ein Querschnitt der Puffereinheit unabhängig von der Drehstellung in jedem Falle gleich ist.

[0025] In einer weiterhin vorteilhaften Ausbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung erstreckt sich die mittige Ausnehmung über die gesamte Länge der Puffereinheit. Letztere bildet um diese Ausnehmung herum den Ringquerschnitt aus, der die Ausnehmung umlaufend umschließt. Das heißt, dass bei einem Schnitt durch die Puffereinheit, bei dem auch die Ausnehmung geschnitten wird, der umlaufende Ringquerschnitt insgesamt zweimal geschnitten wird. Eine derartige Ausnehmung ist besonders gut geeignet, das Verbindungsmittel des Oberwagens aufzunehmen. Eine Ausbildung der Ausnehmung über die gesamte Länge der Puffereinheit ist dabei insbesondere aus fertigungstechnischen Gründen vorteilhaft.

[0026] Als Querschnittsformen für den Ringquerschnitt können insbesondere ein Z-förmiger oder ein W-förmiger Querschnitt vorteilhaft sein. Diese Querschnittsformen bezeichnen jeweils eine Form des Ringquerschnitts in dem Ruhezustand der Führungseinrichtung, das heißt in einem Zustand, in dem die Puffereinheit im Wesentlichen frei von äußeren Kräften und folglich unverformt ist. Es hat sich herausgestellt, dass die genannte Z-Form sowie die genannte W-Form für eine Pufferwirkung der Puffereinheit besonders vorteilhaft sind. Insbesondere sind derartige Puffereinheiten in eine Richtung radial zu der Drehachse relativ leicht verformbar, das heißt dass sie ausgehend von einer Nullstellung, in der die Puffereinheit unverformt ist, in eine Auslenkungsstellung verformbar sind. Diese Auslenkungsstellung ist zumindest dann erreicht, wenn die Puffereinheit an zumindest einer Stelle entlang ihres Ringquerschnitts derart verformt ist, dass sich gewissermaßen ein Vollquerschnitt ausbildet. Mit anderen Worten sind in der

Auslenkungsstellung die vorstehend beschriebenen Ausnehmungen des Ringquerschnitts vollständig "zusammengedrückt", sodass an der jeweiligen Stelle ein gegenüber dem Ringquerschnitt in der Nullstellung der Puffereinheit reduzierter Querschnitt vorliegt, der jedoch keine Ausnehmungen mehr aufweist.

[0027] Dies führt dazu, dass die Puffereinheit zumindest an dieser Stelle des Ringquerschnitts versteift, da eine weitere Verformung nicht ohne Weiteres möglich ist. Stattdessen wirkt einer einwirkenden äußeren Kraft nunmehr die dem Material der Puffereinheit innewohnende Materialsteifigkeit, der sogenannte E-Modul, entgegen. Das bedeutet, dass bei einer Einwirkung einer Kraft auf die Führungseinrichtung und folglich auf die Puffereinheit die Puffereinheit zunächst eine geringe Steifigkeit aufweist, sich jedoch versteift, sobald sie ihre Auslenkungsstellung erreicht. Solange die einwirkende Kraft nicht ausreicht, um die Puffereinrichtung bis in ihre Auslenkungsstellung zu verformen, setzt die Puffereinheit ebenjener Kraft eine vergleichsweise geringe Steifigkeit entgegen, die sich - wie vorstehend erläutert - aus der aufgelösten Geometrie des Ringquerschnitts ergibt. Erst wenn die Kraft einen Betrag erreicht, der dazu geeignet ist, den Ringquerschnitt vollständig an einer Stelle zusammenzudrücken, tritt die beschriebene Versteifung ein. Diese Kraft wird hier als "Grenzkraft" bezeichnet.

[0028] Dieses Verhalten der Puffereinheit ist insoweit wünschenswert, als es in jedem Falle möglich sein muss, mittels der Führungseinrichtung nennenswerte Kräfte auf die Vorrichtung bzw. den Oberwagen zu übertragen, um die Vorrichtung zuverlässig führen bzw. lenken zu können. Für die Einleitung derartiger Kräfte von der Führungseinrichtung in den Oberwagen ist die elastische Ausbildung der Puffereinheit eigentlich nachteilig. Gleichwohl ist diese aus den eingangs erläuterten Gründen erforderlich, um eine Vibration des Oberwagens möglichst effektiv von der Führungseinrichtung zu entkoppeln. Die hier beschriebene Funktionsweise findet einen Kompromiss zwischen beiden Aufgaben, indem eine Versteifung der Puffereinheit, die selbstverständlich auch mit einer gesteigerten Übertragung der Vibrationen des Oberwagens auf die Führungseinrichtung einhergeht, immer nur dann eintritt, wenn die Vorrichtung unter Zuhilfenahme großer Führungskräfte gelenkt werden muss. Dies ist in aller Regel nur über kurze Zeiträume während des Betriebs der Vorrichtung hinweg erforderlich, sodass die Beeinträchtigung des Führungskomforts der Vorrichtung in einem nicht nennenswerten Maß reduziert wird.

[0029] Weiterhin kann eine solche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung von Vorteil sein, bei der die Puffereinheit an einer dem Oberwagen zugewandten Stirnseite einen axialen Vorsprung aufweist. Dieser axiale Vorsprung ist derart an der Puffereinheit positioniert, dass er mit einer seitlichen Stirnseite dem Oberwagen zugewandt ist und zumindest zeitweise, vorzugsweise durchgängig, mit ebenjener Stirnseite an dem Oberwagen anliegt. Der axiale Vorsprung erstreckt sich

dabei parallel zu der Drehachse, das heißt parallel zu einer Längsachse der Puffereinheit. Er kann insoweit vorteilhaft sein, als ein Abstand zwischen der "eigentlichen" Puffereinheit und dem Oberwagen in jedem Fall zumindest der Länge des Vorsprungs entspricht, die dieser gemessen in eine Richtung parallel zu der Drehachse aufweist. Unter der "eigentlichen Puffereinheit" wird in diesen Zusammenhang jener Teil der Puffereinheit verstanden, der für eine Übertragung von Kräften zwischen dem Verbindungsmittel und der Führungseinrichtung genutzt wird. Die Führungseinrichtung ist in der Regel mittels eines metallischen Kopplungsmittels an der Puffereinheit angeordnet. Im Zuge einer Lenkbewegung wird zumindest ein Abschnitt dieses Kopplungsmittels in eine Richtung parallel zu der Drehachse bewegt bzw. um das Verbindungsmittel gedreht, sodass zumindest eine Stirnseite des Kopplungsmittels in eine Richtung auf den Oberwagen zu bewegt wird. Mittels des beschriebenen Vorsprungs ist dabei sichergestellt, dass ein unmittelbarer Kontakt zwischen dem Kopplungsmittel und dem Oberwagen nicht zustande kommt, da der Vorsprung einen gewissen "Freiraum" zwischen dem Kopplungsmittel und dem Oberwagen erzwingt. Bei einem beschriebenen Kontakt von Kopplungsmittel und Oberwagen würde das metallische Kopplungsmittel unmittelbar mit dem metallischen Oberwagen zusammenwirken, wobei eine Übertragung von Vibrationen von dem Oberwagen auf das Kopplungsmittel und folglich auf die Führungseinrichtung unmittelbar, das heißt ohne abgepuffert zu werden, stattfindet. Dies ist aus den vorstehend genannten Gründen nicht erwünscht. Mittels des Vorsprungs wird nunmehr der Abstand zwischen dem Kopplungsmittel bzw. der Führungseinrichtung und dem Oberwagen auf ein Mindestmaß festgelegt, sodass der beschriebene Kontakt von "Metall auf Metall" nicht eintritt.

[0030] Vorteilhafterweise ist die Puffereinheit von einem elastischen Material, insbesondere von einem Elastomer, vorzugsweise von einem Naturkautschuk, gebildet. Ein derartiges Material ist im Hinblick auf seine Puffereigenschaften besonders zu bevorzugen. Dabei gilt, dass eine umso höhere Elastizität des Materials der Puffereinheit eine umso bessere Abpufferung der Vibrationen des Oberwagens bewirkt.

[0031] Es hat sich ergeben, dass dieses elastischen Material der Puffereinheit vorteilhafterweise eine Härte aufweist, die im Bereich von 25 Shore bis 55 Shore, vorzugsweise im Bereich von 35 Shore bis 45 Shore, liegt. In diesem Härtebereich sind sowohl eine ausreichende Übertragung von Kräften zwischen der Führungseinrichtung und dem Oberwagen als auch eine die eingangs erläuterten Bestimmungen erfüllende Abpufferung der Vibrationen des Oberwagens gewährleistet. Insbesondere ist die Puffereinheit hart genug, damit die Vorrichtung zuverlässig mittels der Führungseinrichtung bewegt, insbesondere seitlich gelenkt werden kann.

[0032] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung bildet das Kopplungsmittel, mittels dessen die Puffereinheit mit der Füh-

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670

übertragung zwischen dem Kopplungsmittel und dem Verbindungsmittel ausschließlich mittels Zugkräften und Druckkräften, die mittels der Puffereinheit übertragen werden, möglich.

[0035] Es ist insbesondere vorteilhaft, wenn das Kopplungsmittel in Form einer Hülse ausgebildet ist, die die Puffereinheit umfasst, wobei diese Hülse vorteilhafterweise die Puffereinheit zumindest im Wesentlichen, vorzugsweise vollständig, umschließt. Unter einer "Hülse" wird ein zylindrisches Element verstanden, wobei der Zylinder nicht notwendigerweise vollständig geschlossen sein muss; stattdessen kann zumindest ein Schlitz vorhanden sein, der den Mantel des Zylinders bzw. der Hülse durchtrennt. Gleichwohl ist es für eine Übertragung von Kräften zwischen dem Kopplungsmittel und der Puffereinheit besonders vorteilhaft, wenn die Hülse in sich geschlossen ist. Die Hülse umfasst die Puffereinheit derart, dass die Puffereinheit innerhalb der Hülse angeordnet ist. Eine Kraftübertragung von der Hülse auf die Puffereinheit erfolgt mittels Mantelflächen beider Teile, wobei eine äußere Mantelfläche der Puffereinheit mit einer inneren Mantelfläche der Hülse zusammenwirkt. Eine besondere Art der kraftschlüssigen Verbindung zwischen der Hülse und der Puffereinheit ist nicht zwingend erforderlich. Dabei versteht sich, dass eine relative Bewegung der Hülse zu der Puffereinheit lediglich in eine Richtung parallel zu der Längsachse der Puffereinheit denkbar ist. Durch den Kontakt zwischen den Mantelflächen beider Teile ergibt sich jedoch ein Reibschluss, der eine relative Verschiebung beider Teile im Wesentlichen unterbindet. Hierzu kann es von Vorteil sein, wenn ein Außendurchmesser der Puffereinheit einen Innendurchmesser der Hülse bzw. des Kopplungsmittels minimal übersteigt, sodass die Puffereinheit gewissermaßen in die Hülse "eingepresst" werden muss. Hierdurch wird eine Normalkraft, die sich zwischen den korrespondierenden Mantelflächen der Puffereinheit und der Hülse ausbildet, künstlich erhöht, wodurch sich in unmittelbarer Folge auch eine maximal übertragbare Reibkraft erhöht.

[0036] Weiterhin kann es besonders vorteilhaft sein, wenn die Puffereinheit ausgehend von einem Ruhezustand der Führungseinrichtung durch Ausübung einer Kraft auf dieselbe verformbar ist, wobei eine Steifigkeit der Puffereinheit mit zunehmender Verformung ansteigt. Bei diesem Anstieg der Steifigkeit muss es sich nicht gezwungenermaßen um einen stetigen Anstieg handeln. Stattdessen ist es ebenso denkbar, dass die Steifigkeit der Puffereinheit ab Erreichen einer bestimmten Verformung ("Grenzverformung") sprunghaft und somit unstetig ansteigt. Hierbei ist es durchaus denkbar, dass die Steifigkeit der Puffereinheit sowohl vor Erreichen dieser Grenzverformung als auch danach konstant bleibt. Durch den Anstieg der Steifigkeit wird eine Kraftübertragung zwischen der Führungseinrichtung und dem Oberwagen verbessert. Insbesondere ist es mit steigender Steifigkeit umso leichter, mittels der Führungseinrichtung der Vorrichtung eine Richtungsänderung aufzuprägen. Die Veränderung der Steifigkeit der Pufferein-

heit kann sowohl durch materialspezifische Gründe als auch durch geometrische Veränderung der Puffereinheit bewirkt werden. Insbesondere mittels letzterer ist es besonders einfach vorstellbar, die Steifigkeit der Puffereinheit mit zunehmender Verformung nennenswert zu verändern. Eine Möglichkeit, dies zu erreichen, ist vorstehend bereits anhand der speziellen Geometrien der Puffereinheit bzw. eines Ringquerschnitts einer Puffereinheit erläutert. Somit können insbesondere aufgrund einer gesteigerten Krafteinwirkung Hohlräume der Puffereinheit zusammengedrückt werden, sodass ein zunächst "aufgelöster" Querschnitt der Puffereinheit hin zu einem massiven Querschnitt verändert wird.

[0037] Vorteilhafterweise verändert sich die Steifigkeit der Puffereinheit ausgehend von einer Startsteifigkeit zu einer Endsteifigkeit, wobei die Startsteifigkeit in einem unverformten Zustand der Puffereinheit wirkt und die Endsteifigkeit gegenüber der Startsteifigkeit erhöht ist. Bei Erreichen der Endsteifigkeit ist es besonders einfach möglich, Kräfte zwischen der Führungseinrichtung und dem Oberwagen zu übertragen, ohne dass sich die Puffereinheit hierbei nennenswert weiter verformt. In diesem Zustand ist eine Pufferwirkung der Puffereinheit bzw. eine Entkopplung der Führungseinrichtung von dem Oberwagen stark reduziert, sodass eine Übertragung von Vibrationen zwischen dem Oberwagen und der Führungseinrichtung in gesteigertem Umfang stattfindet. Dies ist bei Vorliegen der Startsteifigkeit der Puffereinheit nicht der Fall; diese ist derart gering, dass sich die Puffereinheit unter Einwirkung einer Kraft relativ leicht verformt und auf diese Weise Bewegungen des Verbindungsmittels des Oberwagens besonders einfach aufnehmen kann. Hieraus ergibt sich die gewünschte Pufferwirkung der Puffereinheit. Vorteilhafterweise ist die Endsteifigkeit der Puffereinheit um einen Faktor von mindestens 10, vorzugsweise 20, vorzugsweise 30, gegenüber der Startsteifigkeit erhöht.

[0038] Weiterhin kann es für die erfindungsgemäße Vorrichtung vorteilhaft sein, wenn die Führungseinrichtung von einer 2-armigen Deichsel gebildet ist, die an zwei Verbindungsstellen mit dem Oberwagen verbunden ist. Hierbei ist jede der beiden Verbindungsstellen jeweils mit einer Puffereinheit ausgestattet, sodass die Führungseinrichtung bzw. die Deichsel von dem Oberwagen entkoppelt ist. Unter Verwendung einer Puffereinheit, die einen Ringquerschnitt aufweist, der im Sinne der vorstehenden Erläuterungen Z-förmig oder W-förmig ausgebildet ist, ist es besonders vorteilhaft, wenn diese Puffereinheiten "spiegelverkehrt" zueinander angeordnet sind. Insbesondere im Hinblick auf eine Z-förmige Ausbildung des Ringquerschnitts bedeutet dies, dass ein Mittelsteg des Z zu dem Oberwagen hin geneigt sein sollte. Das heißt, dass sich der Mittelsteg ausgehend von seinem dem Oberwagen abgewandten Ende hin zu seinem dem Oberwagen zugewandten Ende der Drehachse der Führungseinrichtung sukzessive annähert. Durch diese Art der Anordnung der Puffereinheit ist es möglich, eine parallel zu der Drehachse und auf die Puffereinheit einwir-

kende Kraft mittels einer Zugkraft zu übertragen, die sich innerhalb des Mittelstegs des Z-förmige Ringquerschnitts ausbildet. Dies ist insbesondere im Hinblick auf Lenkbewegungen vorteilhaft, bei denen die Vorrichtung gelenkt wird. Eine Lenkung erfolgt mittels des Aufbringens eines Kräftepaars über die 2-armige Deichsel, wobei je nach Lenkrichtung an den Verbindungsstellen gegenläufige Kräfte in den Oberwagen eingeleitet werden. Aufgrund der Elastizität der Puffereinheit wird sich selbige unter den einwirkenden Kräften verformen, sodass es zu einer Verdrehung der Führungseinrichtung gegenüber dem Oberwagen kommt. Diese geht in jedem Fall mit einer axialen Bewegung des Kopplungsmittels relativ zu dem Verbindungsmittel einher, wobei die Puffereinheit entsprechend verformt wird. Mittels des Mittelstegs eines Z-förmigen Ringquerschnitts ist diese Verformung der Puffereinheit durch eine Zugkraft abtragbar. Die Puffereinheit selbst bleibt somit im Wesentlichen in Form.

Ausführungsbeispiele

[0039] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels, das in den Figuren dargestellt ist, näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1: eine isometrische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Fig. 2: ein Detail einer Verbindungsstelle, an der eine Führungseinrichtung an einen Oberwagen der Vorrichtung angeschlossen ist,
- Fig. 3: einen Querschnitt durch eine erste Puffereinheit,
- Fig. 4: eine isometrische Ansicht der ersten Puffereinheit,
- Fig. 5: einen Querschnitt durch eine zweite Puffereinheit,
- Fig. 6: eine isometrische Ansicht der zweiten Puffereinheit und
- Fig. 7: ein Kraft-Verformungs-Diagramm einer Puffereinheit.

[0040] Ein erstes Ausführungsbeispiel, das in den Figuren 1 und 2 dargestellt ist, umfasst eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1, die einen Unterwagen 2 mit einer Bodenkontakteinheit 3 sowie einen Oberwagen 4 umfasst. Der Oberwagen 4 ist mit einer Führungseinrichtung 5 verbunden, die in Form einer zweiarmigen Deichsel ausgebildet ist. Die Führungseinrichtung 5 ist an zwei sich gegenüberliegenden Verbindungsstellen 6 mit dem Oberwagen 4 verbunden, wobei die Führungseinrichtung 5 relativ zu dem Oberwagen 4 verdrehbar ist. Die Verbindungsstellen 6 sind auf einer gemeinsamen Achse

angeordnet, die eine Drehachse 7 der Führungseinrichtung 5 beschreibt. Eine Verdrehung der Führungseinrichtung 5 um den Oberwagen 4 erfolgt um diese Drehachse 7, die horizontal sowie senkrecht zu einer Hauptachse der Vorrichtung 1 ausgerichtet ist. Weiterhin weist der Oberwagen 4 eine zweite Verbindungsstelle 23 auf, die von der ersten Verbindungsstelle 6 beabstandet angeordnet ist. Die zweite Verbindungsstelle 23 dient gewissermaßen als Gegenlager für die Führungseinrichtung 5, mittels dessen eine Stützkraft aufnehmbar ist. In der Praxis ist es mittels eines Zusammenwirkens der ersten Verbindungsstelle 6 und der zweiten Verbindungsstelle 23 ein Kräftepaar auf den Oberwagen 4 aufzubringen und ihn auf diese Weise an seinem vorderen Ende anzuheben. Dies kann insbesondere zur Unterstützung einer Lenkbewegung vorteilhaft sein.

[0041] Der Oberwagen 4 umfasst ferner einen Schwingungserreger 8, der hier von einem Exzenter gebildet ist, der mittels einer Antriebseinheit antreibbar ist. Mittels eines Betriebs des Schwingungserregers 8 wird eine Vibration erzeugt, die auf den Unterwagen 2 übertragen wird, sodass die Bodenkontakteinheit 3 in eine Schwingung versetzt wird. Mittels dieser Vibration der Bodenkontakteinheit 3 kann ein in Figur 1 nicht dargestellter Untergrund verdichtet werden.

[0042] Die Führungseinrichtung 5 ist unter Zwischenschaltung zweier Puffereinheiten 9 mit dem Oberwagen 4 verbunden. Die Führungseinrichtung 5 umfasst hierfür zwei Kopplungsmittel 10, die in Form einer jeweils eine der Puffereinheiten 9 umfassenden Hülse ausgebildet sind. Es versteht sich, dass die beiden Kopplungsmittel 10 jeweils an sich gegenüberliegenden Enden der Führungseinrichtung 5 angeordnet sind und jeweils mit einander gegenüberliegenden Puffereinheiten 9 zusammenwirken. Durch die gelenkige Ausbildung der Verbindungsstellen 6 ist es möglich, die Führungseinrichtung 5 um die Drehachse 7 zu verdrehen, sodass eine Griffhöhe der Führungseinrichtung 5 veränderbar ist. Im Übrigen ist die Führungseinrichtung 5 derart mit dem Oberwagen 4 gekoppelt, dass Druckkräfte sowie Zugkräfte von der Führungseinrichtung 5 auf den Oberwagen 4 übertragbar sind. Ein Kraftfluss zwischen der Führungseinrichtung 5 und dem Oberwagen 4 erfolgt dabei "durch die Puffereinheit 9 hindurch"; eine unmittelbare Kraft übertragende Verbindung zwischen der Führungseinrichtung 5 und dem Oberwagen 4 besteht nicht. In dem Moment einer Kraftübertragung zwischen der Führungseinrichtung 5 und dem Oberwagen 4 mittels beider Verbindungsstellen 6, 23 kann es kurzzeitig möglich sein, dass ein Kraftfluss zwischen der Führungseinrichtung 5 und dem Oberwagen 4 nicht ausschließlich mittels der Puffereinheit 9 stattfindet. Dies ist für den erfindungsgemäßen Erfolg einer Abfederung der Vibration des Oberwagens 4 auf die Führungseinrichtung 5 jedoch unschädlich.

[0043] Die Puffereinheit 9 ist von einem elastischen Material, insbesondere von einem Naturkautschuk, gebildet. Daraus ergibt sich, dass die Puffereinheit 9 unter

Einwirkung einer Kraft elastisch verformbar ist, wobei eine aufgebrachte Verformung reversibel ist. Das heißt, dass nach einer Entlastung der Puffereinheit 9 selbige wieder in ihre ursprüngliche Form zurückgeht. Eine plastische Verformung tritt nicht auf. Durch ihre Fähigkeit, elastische Verformungen aufzunehmen, sind die Puffereinheiten 9 dazu in der Lage, Vibrationen des Oberwagens 4 derart abzupuffern, dass diese lediglich in einem reduzierten Umfang bzw. mit einer reduzierten Amplitude an die Führungseinrichtung 5 übertragen werden. Dies hat den besonderen Vorteil, dass eine Bedienung der Vorrichtung 1 - und hier insbesondere die Nutzung der Führungseinrichtung 5 - für den jeweiligen Nutzer vergleichsweise angenehm ist, da seine Arme lediglich einer reduzierten Vibration an der Führungseinrichtung 5 ausgesetzt sind.

[0044] Zur weiteren Erläuterung einer der Verbindungsstellen 6 wird auf die Darstellung in **Figur 2** verwiesen. Diese verdeutlicht sowohl ein Ende der Führungseinrichtung 5 als auch eines der Kopplungsmittel 10. Ferner ist in **Figur 2** ein Verbindungsmittel 11 erkennbar, dass in Kraft übertragender Weise an dem Oberwagen 4 angeschlossen ist. Das Verbindungsmittel 11 ist hier von einem lang gestreckten, massiven Metallbolzen gebildet, der mit dem Oberwagen 4 verschweißt ist. Die Verbindung des Verbindungsmittels 11 mit dem Oberwagen 4 ist demzufolge dazu geeignet, sowohl Längskräfte als auch Querkkräfte und Biegemomente an den Oberwagen 4 übertragen. Die Puffereinheit 9 weist eine zentrale Ausnehmung 12 auf, durch die hindurch sich das Verbindungsmittel 11 erstreckt. Eine Längsachse des Verbindungsmittels 11 fällt dabei mit einer Längsachse der Puffereinheit 9 sowie der bereits vorstehend beschriebenen Drehachse 7 zusammen. Dabei versteht es sich, dass die Puffereinheit 9 rotationssymmetrisch ausgebildet ist, wobei auch eine Rotationsachse der Puffereinheit 9 mit der Drehachse 7 zusammenfällt. Das Verbindungsmittel 11 und die Puffereinheit 9 bilden einen Überlappungsbereich aus, in dem sich beide Teile überlappen. Der Begriff "Überlappen" ist in diesem Zusammenhang so zu verstehen, dass ein radial zu der Drehachse 7 geführten Schnitt innerhalb des Überlappungsbereichs sowohl das Verbindungsmittel 11 als auch die Puffereinheit 9 schneidet. In dem hier gezeigten Beispiel erstreckt sich der Überlappungsbereich ausgehend von einer dem Oberwagen 4 gewandten Stirnseite der Puffereinheit 9 bis zu einer dem Oberwagen 4 abgewandten Stirnseite der Puffereinheit 9. Mit anderen Worten erstreckt sich der Überlappungsbereich über eine gesamte Länge der Puffereinheit 9, die diese in eine Richtung parallel zu ihrer Längsachse gemessen aufweist. Das Verbindungsmittel 11 weist eine solche Länge auf, dass es auf einer dem Oberwagen 4 abgewandten Seite der Puffereinheit 9 über die Puffereinheit 9 übersteht. Das heißt, dass jenseits der Puffereinheit 9 ein radial zu der Drehachse 7 geführten Schnitt möglich ist, der lediglich das Verbindungsmittel 11, nicht jedoch die Puffereinheit 9 schneidet. Die Ausnehmung 12 der Puffereinheit 9 weist

einen kreisförmigen Querschnitt auf, der mit dem Querschnitt des Verbindungsmittels 11 korrespondiert. Dies hat zur Folge, dass die Puffereinheit 9 mit einer inneren Mantelfläche der Ausnehmung 12 an einer äußeren Mantelfläche des Verbindungsmittels 11 anliegt, wobei im gezeigten Beispiel ein vollflächiger Kontakt zwischen den einander zugewandten Mantelflächen besteht.

[0045] Das vorstehend beschriebene Kopplungsmittel 10 ist ebenfalls rotationssymmetrisch ausgebildet, wobei das Kopplungsmittel 10 mit einer inneren Mantelfläche an einer äußeren Mantelfläche der Puffereinheit 9 anliegt. Es versteht sich, dass auch das Kopplungsmittel 10 und die Puffereinheit 9 gemeinsam einen Überlappungsbereich ausbilden, wobei die Länge der Puffereinheit 9 einer in Richtung der Drehachse 7 gemessenen Länge des Kopplungsmittels 10 entspricht: Das heißt, dass sich der Überlappungsbereich, den diese beiden Teile ausbilden, über die gesamte Länge des Kopplungsmittels 10 erstreckt. Weiterhin ist die Verbindungsstelle 6 derart ausgeführt, dass sich die beiden Überlappungsbereiche, die zwischen dem Verbindungsmittel 11 und der Puffereinheit 9 sowie zwischen dem Kopplungsmittel 10 und der Puffereinheit 9 vorliegen, ebenfalls überlappen. Daraus ergibt sich, dass ein radial zu der Drehachse 7 geführter Schnitt in dem Überlappungsbereich von Puffereinheit 9 und Verbindungsmittel 11 gleichermaßen den Überlappungsbereich von Puffereinheit 9 und Kopplungsmittel 10 bzw. nicht nur das Verbindungsmittel 11 und die Puffereinheit 9, sondern auch das Kopplungsmittel 10 schneidet. Diese Ausführung hat den besonderen Vorteil, dass eine Kraftübertragung zwischen dem Kopplungsmittel 10 und dem Verbindungsmittel 11 vollständig mittels Druckkräften und Zugkräften erfolgen kann; eine Abtragung mittels Scherkräften und/oder Biegemomenten ist nicht notwendig. Das Verbindungsmittel 11 leitet diese Kräfte sodann mittels Biegemomenten in den Oberwagen 4 ab. Hierzu ist das Verbindungsmittel 11 aufgrund seiner massiven metallischen Ausführung besonders gut geeignet; in jedem Fall ist das Verbindungsmittel 11 deutlich besser für einen solchen Kraftabtrag geeignet als die Puffereinheit 9, die gemäß dem Stand der Technik für ebenen Kraftabtrag verwendet wird.

[0046] Eine Verdrehbarkeit der Führungseinrichtung 5 um den Oberwagen 4 bzw. um das Verbindungsmittel 11 erfolgt derart, dass sich die Puffereinheit 9 relativ zu dem Verbindungsmittel 11 um die Drehachse 7 verdrehen kann. Die Verbindung der Puffereinheit 9 mit dem Kopplungsmittel 10 ist hingegen derart ausgebildet, dass eine Verdrehbarkeit dieser Teile relativ zueinander nicht stattfindet, das heißt zwischen beiden Teilen kein "Schlupf" auftritt. Um eine Verdrehbarkeit der Puffereinheit 9 relativ zu dem Verbindungsmittel 11 zu ermöglichen, ist es nicht möglich, diese beiden Teile kraftschlüssig miteinander zu verbinden. Um trotz eines solchen mangelnden Kraftschlusses sicherzustellen, dass die Puffereinheit 9 nicht in axialer Richtung, das heißt in eine Richtung parallel zu der Drehachse 7, von dem Verbind-

dungsmittel **11** "herunterrutscht", umfasst das Verbindungsmittel **11** eine radiale Bohrung. Diese Bohrung ist dazu geeignet, ein Fixierelement aufzunehmen, das in den **Figuren 1 und 2** nicht dargestellt ist. Dieses Fixierelement kann insbesondere in Form eines Sicherungsstifts ausgeführt sein. In jedem Fall erstreckt sich das Fixierelement durch die radiale Bohrung des Verbindungsmittels **11** hindurch und steht radial über die äußere Mantelfläche des Verbindungselements **11** über, so dass es formschlüssig mit einer dem Oberwagen **4** abgewandten Stirnseite der Puffereinheit **9** eingreifen kann. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die Puffereinheit **9** nicht von dem Verbindungsmittel **11** seitlich herunterrutschen kann.

[0047] In den **Figuren 3 bis 6** sind zwei unterschiedliche Varianten von Puffereinheiten **9** dargestellt. In der ersten Variante, die sich aus den **Figuren 3 und 4** ergibt, weist die Puffereinheit **9** einen Ringquerschnitt **13** auf, der Z-förmig ausgebildet ist. Weiterhin umfasst die Puffereinheit **9** an einer in **Figur 3** links dargestellten Seite einen Vorsprung **14**, der parallel zu einer Längsachse **15** der Puffereinheit **9** über eine linke Stirnseite **16** der Puffereinheit **9** vorsteht. Die Ringquerschnitt **13** der Puffereinheit **9** weist zwei umlaufende Ausnehmungen **17** auf, die derart in den Ringquerschnitt **13** eingeformt sind, dass das übrige bzw. "stehenbleibende" Material des Ringquerschnitts **13** die charakteristische Z-Form ausbildet. Diese ist dadurch gekennzeichnet, dass sie zwei zueinander parallele Flanschabschnitte **18** sowie einen schrägen Mittelsteg **19** aufweist. Der Mittelsteg **19** erstreckt sich ausgehend von dem Vorsprung **14** zu einer gegenüberliegenden Stirnseite der Puffereinheit **9**, wobei sich ein radialer Abstand des Mittelstegs **19** von der Längsachse **15** der Puffereinheit **9** stetig vergrößert. Die Puffereinheit **9** ist in den **Figuren 3 und 4** in einem kraftfreien Zustand dargestellt, in dem die Puffereinheit **9** unverformt ist. Eine Krafteinleitung von der Führungseinrichtung **5** in die Puffereinheit **9** bzw. in das Verbindungsmittel **11** bewirkt unmittelbar eine Verformung der Puffereinheit **9**, wobei letztere gleichzeitig "gedrückt" und "gezogen" wird. Es versteht sich, dass eine Wirkungsrichtung einer auf die Puffereinheit **9** wirkenden Kraft konstant ist, sodass die Puffereinheit **9** an relativ zu dem Verbindungsmittel **11** betrachtet gegenüberliegenden Stellen genau entgegengesetzt belastet und entsprechend verformt wird.

[0048] An einer Stelle bzw. an den Stellen, an denen die Puffereinheit **9** einer Druckkraft ausgesetzt ist, wird diese zusammengedrückt, wobei sich der Ringquerschnitt **13** der Puffereinheit **9** verformt. Diese Verformung führt dazu, dass die umlaufenden Ausnehmungen **17** an der jeweilig zusammengedrückten Stelle gleichfalls zusammengedrückt werden. Dies führt wiederum dazu, dass die Ausnehmungen **17** gewissermaßen "verschwinden". Dies ist selbstverständlich nur soweit möglich, bis die sich gegenüberliegenden Flanschabschnitte **18** des Ringquerschnitts **13** unmittelbar aufeinander liegen in diesem Zustand ist der Ringquerschnitt **13** an der

entsprechenden Stelle folglich zu einem massiven Querschnitt reduziert. Dies hat zur Folge, dass sich der Ringquerschnitt **13** sodann nicht weiter in derselben Weise verformen kann. Dies bedingt, dass die Puffereinheit **9** versteift, das heißt infolge eines zusätzlichen Kraftinkrements eine vergleichsweise geringe Verformung erfährt. Dies führt dazu, dass eine Pufferwirkung der Puffereinheit **9** erheblich reduziert ist. Eine Übertragung von Vibrationen des Oberwagens **4** auf die Führungseinrichtung **5** ist mithin davon abhängig, in welchem Zustand sich die Puffereinheit **9** befindet. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass der vorstehend beschriebene verformte Zustand der Puffereinheit **9**, in dem die Ausnehmungen **17** des Ringquerschnitts **13** an einer Stelle zusammengedrückt sind, lediglich bei Einwirken einer erheblichen Kraft auftritt. Dies kann insbesondere dann der Fall sein, wenn mittels der Führungseinrichtung **5** der Vorrichtung **1** eine Richtungsänderung aufgeprägt werden soll. Bei diesem Lastfall kommt es wechselseitig an den Verbindungsstellen **6** zu einer Übertragung einer erheblichen Druckkraft bzw. einer erheblichen Zugkraft, wobei das Kopplungsmittel **10** an der einen Verbindungsstelle **6** in Richtung einer Fahrtrichtung der Vorrichtung **1** gedrückt und umgekehrt an der gegenüberliegenden Verbindungsstelle **6** in eine Richtung entgegengesetzt der Fahrtrichtung der Vorrichtung **1** gezogen wird. Sobald die entsprechenden Ringquerschnitte **13** der beiden Puffereinheiten **9** maximal verformt sind, findet eine Kraftübertragung zwischen der Führungseinrichtung **5** und dem Oberwagen **4** gewissermaßen direkt statt, was eine Übertragung einer gewünschten Lenkkraft erleichtert. Die Puffereinheiten **9** sind an den sich gegenüberliegenden Verbindungsstellen **6** spiegelverkehrt zueinander angeordnet, sodass deren Mittelstege **19** jeweils gleichlaufend zu dem Oberwagen **4** hin ausgerichtet sind. Dies ist insoweit vorteilhaft, als mittels der Mittelstege **19** eine Zugkraft ausgehend von dem äußeren Flanschabschnitt **18** an den inneren Flanschabschnitt **18** übertragen werden kann. Dies tritt in der Regel dann auf, wenn die Puffereinheit **9** in eine axiale, von dem Oberwagen **4** abgewandte Richtung belastet wird. Die Puffereinheiten **9** werden vorteilhafterweise derart an dem Oberwagen **4** angeordnet, dass der Vorsprung **14** dem Oberwagen **4** zugewandt ist. Dies hat den Vorteil, dass eine seitliche Stirnfläche des Kontaktmittels **10**, die dem Oberwagen **4** zugewandt ist, selbst bei einer starken Verformung der Puffereinheit **9** nicht in unmittelbaren Kontakt mit dem Oberwagen **4** tritt. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass maximal in Ausnahmefällen, vorzugsweise zu keinem Zeitpunkt, ein "Metall auf Metall"-Kontakt zwischen dem Kopplungsmittel **10** und dem Oberwagen **4** zustande kommt.

[0049] Alternativ zu der vorstehend beschriebenen Puffereinheit **9** weist eine weitere Puffereinheit **9'** einen w-förmigen Ringquerschnitt **13'** auf. Dieser unterscheidet sich von dem vorstehend Betrieb beschriebenen z-förmigen Ringquerschnitt **13** durch die Ausformung eines Mittelsteges **19'**. Dieser verläuft nämlich nicht zwischen

gegenüberliegenden Enden der sich gegenüberliegenden Flanschabschnitte **18** des Ringquerschnitts **13'**, sondern verläuft zwischen zwei einander entsprechenden Enden der sich gegenüberliegenden Flanschabschnitte **18**. In einem Mittelbereich, der sich zwischen den Flanschabschnitten **18** erstreckt, weist der Mittelsteg **19'** eine V-Form auf. Aus der Darstellung ergibt sich, dass auch der Ringquerschnitt **13'** vergleichbar dem Ringquerschnitt **13** zwei umlaufende Ausnehmungen **17'** aufweist. Der Mechanismus dieser Ausnehmungen **17'** entspricht denjenigen des Ringquerschnitts **13**; sie ermöglichen nämlich ein lokales Zusammendrücken des Ringquerschnitts **13'** und somit eine Überführung der Puffereinheit **9** von einem "weichen Zustand" hin zu einem "steifen Zustand". Die Vorteile dieser Funktionsweise sind vorstehend bereits erläutert.

[0050] In **Figur 7** ist ein exemplarisches Kraft-Verformungs-Diagramm **20** dargestellt, das eine Entwicklung einer Steifigkeit einer Puffereinheit **9, 9'** unter Einwirkung einer Kraft darstellt. Auf der x-Achse des Diagramms **20** ist die Verformung der Puffereinheit **9** und auf der y-Achse die auf die Puffereinheit **9** einwirkende Kraft dargestellt. Aus dem Diagramm **20** ergibt sich, dass in einem Anfangsbereich, in dem eine auf die Puffereinheit **9** einwirkende Kraft unterhalb einer Grenzkraft **21** liegt, die Puffereinheit **9** eine Startsteifigkeit aufweist. Die Startsteifigkeit ist vergleichsweise gering, wie sich anhand der bereits unter Einwirkung kleiner Kräfte auftretenden großen Verformungen erkennen lässt. Die Grenzkraft **21** stellt jene Kraft dar, bei der die Ausnehmungen **17** des Ringquerschnitts **13, 13'** vollständig zusammengedrückt sind. In diesem Zustand weist die Puffereinheit **9, 9'** eine Grenzverformung **22** auf. Das Erreichen der Grenzkraft **21** bzw. der Grenzverformung **22** hat zur Folge, dass sich die Puffereinheit **9, 9'** schlagartig versteift, da eine weitere Verformung der sich gegenüberliegenden Flanschabschnitte **18** aufeinander zu nicht länger möglich ist. Die Puffereinheit **9** weist folglich ab Erreichen der Grenzkraft **21** bzw. der Grenzverformung **22** eine Endsteifigkeit auf, die die Startsteifigkeit erheblich übersteigt. Es versteht sich, dass eine Vibration des Oberwagens **4** dann besonders effektiv abpufferbar ist, wenn die Puffereinheit **9, 9'** noch ihre Startsteifigkeit aufweist, das heißt noch nicht so stark verformt ist, dass die Ausnehmungen **17** vollständig zusammengedrückt sind. Dabei versteht es sich, dass die Ausführung der Puffereinheit **9, 9'** in den vorbeschriebenen Varianten lediglich optional ist; der erfindungsgemäße Erfolg ist ebenso unter Einsatz einer alternativen Puffereinheit denkbar, die einen dem Diagramm **20** nicht entsprechenden Verformungsverlauf in Abhängigkeit einer einwirkenden Kraft aufweist. Gleichwohl versteht es sich, dass die im Diagramm **20** dargestellte Last-Verformungs-Kurve für eine effektive Pufferung der Vibrationen des Oberwagens **4** besonders vorteilhaft ist.

Bezugszeichenliste

[0051]

5	1	Vorrichtung
	2	Unterwagen
	3	Bodenkontakteinheit
	4	Oberwagen
	5	Führungseinrichtung
10	6	Verbindungsstelle
	7	Drehachse
	8	Schwingungserreger
	9, 9'	Puffereinheit
	10	Kopplungsmittel
15	11	Verbindungsmittel
	12	Ausnehmung
	13, 13'	Ringquerschnitt
	14	Vorsprung
	15	Längsachse
20	16	Stirnseite
	17, 17'	Ausnehmung
	18	Flanschabschnitt
	19, 19'	Mittelsteg
	20	Diagramm
25	21	Grenzkraft
	22	Grenzverformung
	23	Verbindungsstelle

30 Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Verdichten eines Untergrundes, insbesondere eine Vibrationsplatte, umfassend

- 35 - einen Unterwagen (2), der eine Bodenkontakteinheit (3) aufweist,
 - einen Oberwagen (4), der in Kraft übertragender Weise mit dem Unterwagen (2) verbunden ist und einen Schwingungserreger (8) umfasst, mittels dessen zumindest die Bodenkontakteinheit (3) des Unterwagens (2) in eine Schwingung versetzbar ist, und
 40 - eine Führungseinrichtung (5), mittels derer die Vorrichtung (1) zumindest in einem Betriebszustand, in dem der Schwingungserreger (8) aktiv ist, auf dem Untergrund führbar ist,

- wobei die Führungseinrichtung (5) unter Zwischenschaltung mindestens einer Puffereinheit (9, 9') mit dem Oberwagen (4) verbunden ist,
 wobei die Führungseinrichtung (5) um eine Drehachse (7) relativ zu dem Oberwagen (4) verdrehbar ist, wobei die Puffereinheit (9, 9') mittels mindestens eines Verbindungsmittels (11) in Kraft übertragender Weise mit dem Oberwagen (4) verbunden ist,
 55 wobei mittels der Puffereinheit (9, 9') eine Vibration des Oberwagens (4) abpufferbar ist, sodass zumindest zeitweise eine Übertragung der Vibration des

- Oberwagens (4) auf die Führungseinrichtung (5) reduzierbar ist,
wobei die Vorrichtung (1) einen Überlappungsbereich aufweist, in dem sich das Verbindungsmittel (11) und die Puffereinheit (9, 9') radial zur Drehachse (7) betrachtet überlappen, sodass korrespondierende Oberflächen des Verbindungsmittels (11) und der Puffereinheit (9, 9') miteinander in Kontakt stehen und
wobei die Puffereinheit (9, 9') eine mittige Ausnehmung (12) aufweist, die sich zumindest über einen wesentlichen Teil einer Länge der Puffereinheit (9, 9') und parallel zu der Drehachse (7) erstreckt, wobei die Puffereinheit (9, 9') einen Ringquerschnitt (13, 13') aufweist, der die Ausnehmung (12) umlaufend umschließt,
wobei zumindest in dem Betriebszustand der Vorrichtung (1) zumindest zeitweise eine Kraft zwischen der Führungseinrichtung (5) und dem Oberwagen (4) ausschließlich mittels der Puffereinheit (9, 9') übertragbar ist
dadurch gekennzeichnet, dass
der Ringquerschnitt (13, 13') mindestens eine Ausnehmung (17) aufweist, sodass der Ringquerschnitt (13, 13') derart gegenüber einem Vollquerschnitt reduziert ist, dass eine Steifigkeit der Puffereinheit (9, 9') gegenüber einer solchen, deren Ringquerschnitt von einem Vollquerschnitt gebildet ist, reduziert ist.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Verbindungsmittel (11) in eine zur Drehachse (7) parallelen Richtung zumindest über eine gesamte Länge der Puffereinheit (9, 9') erstreckt.
 3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Verbindungsmittel (11) in die Puffereinheit (9, 9') hinein erstreckt, sodass die Puffereinheit (9, 9') das Verbindungsmittel (11) zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig, umschließt.
 4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Puffereinheit (9, 9') um ihre Längsachse (15) rotationssymmetrisch ausgebildet ist.
 5. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die mittige Ausnehmung (12) über die gesamte Länge der Puffereinheit (9, 9') und parallel zu der Drehachse (7) erstreckt, wobei der Ringquerschnitt (13, 13') der Puffereinheit (9, 9') die Ausnehmung (12) umlaufend umschließt.
 6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringquerschnitt (13, 13') zumindest in einem Ruhezustand der Führungseinrichtung (5), in dem diese frei von äußeren Kräften ist, Z-förmig oder W-förmig ausgebildet ist.
 7. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Puffereinheit (9, 9') an einer dem Oberwagen (4) zugewandten Stirnseite (16) einen axialen Vorsprung (14) aufweist, wobei die Puffereinheit (9, 9') vorzugsweise mit einer Stirnseite des Vorsprungs (14) an dem Oberwagen (4) anliegt.
 8. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Puffereinheit (9, 9') von einem elastischen Material, vorzugsweise von einem Elastomer, weiter vorzugsweise von einem Naturkautschuk, gebildet ist.
 9. Vorrichtung (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Härte des Materials der Puffereinheit (9, 9') im Bereich von 30 Shore bis 50 Shore, vorzugsweise im Bereich von 35 Shore bis 45 Shore, liegt.
 10. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kopplungsmittel (10), mittels dessen die Puffereinheit (9, 9') mit der Führungseinrichtung (5) gekoppelt ist, mit der Puffereinheit (9, 9') einen Überlappungsbereich ausbildet, in dem sich das Kopplungsmittel (10) und die Puffereinheit (9, 9') radial zur Drehachse (7) betrachtet überlappen, sodass korrespondierende Oberflächen der Puffereinheit (9, 9') und des Kopplungsmittels (10) miteinander in Kontakt stehen.
 11. Vorrichtung (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopplungsmittel (10) in Form einer die Puffereinheit (9, 9') umfassenden Hülse ausgebildet ist, die die Puffereinheit (9, 9') zumindest im Wesentlichen, vorzugsweise vollständig, umschließt.
 12. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ausgehend von einem Ruhezustand der Führungseinrichtung (5), in dem diese frei von äußeren Kräften ist, durch Ausübung einer Kraft auf die Führungseinrichtung (5) die Puffereinheit (9, 9') verformbar ist, wobei eine Steifigkeit der Puffereinheit (9, 9') mit zunehmender Verformung der Puffereinheit (9, 9') ansteigt.
 13. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich eine Steifigkeit der Puffereinheit (9, 9') ausgehend von einer Startsteifigkeit, die die Puffereinheit in einem unverformten Zustand aufweist, ab Erreichen einer Grenzverformung (22) hin zu einer Endsteifigkeit verändert, wobei die Endsteifigkeit gegenüber der Startsteifigkeit erhöht ist.

14. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungseinrichtung (5) von einer zweiarmligen Deichsel gebildet ist, die mittels zweier Verbindungsstellen (6) mit dem Oberwagen (4) verbunden ist, wobei die Vorrichtung (1) insgesamt zwei Puffereinheiten (9, 9') umfasst, von denen jeweils eine an einer der beiden Verbindungsstellen (6) wirkt.

Claims

1. A device (1) for compacting a substrate, in particular a vibratory plate, comprising

- a lower carriage (2), which has a ground contact unit (3),
- an upper carriage (4), which is connected to the lower carriage (2) in a force-transmitting manner, and comprises a vibration exciter (8), by means of which at least the ground contact unit (3) of the lower carriage (2) can be set into vibration, and
- a guidance device (5), by means of which the device (1), at least in an operational state, in which the vibration exciter (8) is active, can be guided on the ground, wherein

the guidance device (5) is connected to the upper carriage (4), with at least one buffer unit (9, 9') being interposed between, wherein

the guidance device (5) can be rotated about an axis of rotation (7) relative to the upper carriage (4), wherein

the buffer unit (9, 9') is connected to the upper carriage (4) in a force-transmitting manner by means of at least one connecting means (11), wherein a vibration of the upper carriage (4) can be smoothed out by means of the buffer unit (9, 9'), such that transmission of the vibration of the upper carriage (4) to the guidance device (5) can be reduced at least temporarily, wherein

the device (1) has an overlapping region, in which the connecting means (11) and the buffer unit (9, 9') overlap radially with respect to the axis of rotation (7), such that corresponding surfaces of the connecting means (11) and the buffer unit (9, 9') are in contact with one another, and wherein

the buffer unit (9, 9') has a central recess (12) which extends over at least a substantial part of a length of the buffer unit (9, 9'), and parallel to the axis of rotation (7), wherein the buffer unit (9, 9') has an annular cross-section (13, 13') which circumferentially surrounds the recess (12), wherein at least in the operational state of the device (1), a force can be transmitted at least temporarily between the guidance device (5) and the upper carriage (4), exclusively by means of the buffer unit (9, 9'),

characterised in that,

the annular cross-section (13, 13') has at least one recess (17), such that the annular cross-section (13, 13') is reduced with respect to a full cross-section in such a way that a stiffness of the buffer unit (9, 9') is reduced with respect to a buffer unit whose annular cross-section is formed by a full cross-section.

2. The device (1) in accordance with claim 1, **characterised in that,** the connecting means (11) extend in a direction parallel to the axis of rotation (7) over at least an entire length of the buffer unit (9, 9').
3. The device (1) in accordance with claim 1 or 2, **characterised in that,** the connecting means (11) extend into the buffer unit (9, 9'), such that the buffer unit (9, 9') at least partially, preferably completely, encloses the connecting means (11).
4. The device (1) in accordance with one of the claims 1 to 3, **characterised in that,** the buffer unit (9, 9') is designed to be rotationally symmetrical about its longitudinal axis (15).
5. The device (1) in accordance with one of the claims 1 to 4, **characterised in that,** the central recess (12) extends over the entire length of the buffer unit (9, 9'), and parallel to the axis of rotation (7), wherein the annular cross-section (13, 13') of the buffer unit (9, 9') encloses the recess (12) circumferentially.
6. The device (1) in accordance with one of the claims 1 to 5, **characterised in that,** the annular cross-section (13, 13') is Z-shaped or W-shaped, at least in an idle state of the guidance device (5), in which the latter is free from external forces.
7. The device (1) in accordance with one of the claims 1 to 6, **characterised in that,** the buffer unit (9, 9') has an axial projection (14) on an end face (16) facing towards the upper carriage (4), wherein the buffer unit (9, 9') preferably bears against the upper carriage (4) with an end face of the projection (14).
8. The device (1) in accordance with one of the claims 1 to 7, **characterised in that,** the buffer unit (9, 9') is formed from an elastic material, preferably from an elastomer, more preferably from a natural rubber.
9. The device (1) in accordance with claim 8, **characterised in that,** a hardness of the material of the buffer unit (9, 9') lies in the range from 30 Shore to 50 Shore, preferably in the range from 35 Shore to 45 Shore.
10. The device (1) in accordance with one of the claims 1 to 9, **characterised in that,** a coupling means (10), by means of which the buffer unit (9, 9') is coupled

to the guidance device (5), forms with the buffer unit (9, 9') an overlap region, in which the coupling means (10) and the buffer unit (9, 9') overlap radially with respect to the axis of rotation (7), such that corresponding surfaces of the buffer unit (9, 9') and the coupling means (10) are in contact with one another.

11. The device (1) in accordance with claim 10, **characterised in that**, the coupling means (10) is designed in the form of a sleeve surrounding the buffer unit (9, 9'), which encloses the buffer unit (9, 9') at least substantially, preferably completely.
12. The device (1) in accordance with one of the claims 1 to 11, **characterised in that**, starting from an idle state of the guidance device (5), in which the latter is free from external forces, the buffer unit (9, 9') can be deformed by the exertion of a force on the guidance device (5), wherein a stiffness of the buffer unit (9, 9') increases with increasing deformation of the buffer unit (9, 9').
13. The device (1) in accordance with claim 12, **characterised in that**, a stiffness of the buffer unit (9, 9') alters from an initial stiffness, which the buffer unit has in an undeformed state, to a final stiffness, after reaching a limiting deformation (22), wherein the final stiffness is higher than the initial stiffness.
14. The device (1) in accordance with one of the claims 1 to 13, **characterised in that**, the guidance device (5) is formed by a two-armed drawbar, which is connected to the upper carriage (4) by means of two connecting points (6), wherein the device (1) comprises a total of two buffer units (9, 9'), one of which acts at each of the two connecting points (6).

Revendications

1. Dispositif (1), destiné à compacter un sol, notamment plaque vibrante, comprenant
- un chariot inférieur (2), lequel comporte un ensemble en contact avec le sol (3),
 - un chariot supérieur (4), lequel est assemblé avec le chariot inférieur (2) de manière à transmettre la force et un générateur de vibrations (8), à l'aide duquel au moins l'ensemble en contact avec le sol (3) du chariot inférieur (2) est susceptible d'être amené en vibrations et
 - un système de guidage (5), à l'aide duquel, au moins dans un état de fonctionnement, lors duquel le générateur de vibrations (8) est actif, le dispositif (1) est susceptible d'être guidé sur le sol,

le système de guidage (5) étant assemblé avec le

chariot supérieur (4), sous interposition d'un ensemble formant tampon (9, 9'),

le système de guidage (5) étant susceptible de tourner autour d'un axe de rotation (7) par rapport au chariot supérieur (4),

l'ensemble formant tampon (9, 9') étant assemblé à l'aide d'au moins un moyen d'assemblage (11) de manière à transmettre la force avec le chariot supérieur (4),

à l'aide de l'ensemble formant tampon (9, 9'), une vibration du chariot supérieur (4) étant amortissable, de telle sorte qu'au moins temporairement, une transmission de la vibration du chariot supérieur (4) sur le système de guidage (5) soit susceptible d'être réduite,

le dispositif (1) comportant une zone de chevauchement, dans laquelle, considérés en direction radiale par rapport à l'axe de rotation (7), le moyen d'assemblage (11) et l'ensemble formant tampon (9, 9') se chevauchent, de telle sorte que des surfaces correspondantes du moyen d'assemblage (11) et de l'ensemble formant tampon (9, 9') soient en contact mutuel,

l'ensemble formant tampon (9, 9') comportant un évidement (12) central, qui s'étend au moins sur une partie majeure d'une longueur de l'ensemble formant tampon (9, 9') et à la parallèle de l'axe de rotation (7), l'ensemble formant tampon (9, 9') comportant une section transversale annulaire (13, 13') qui entoure l'évidement (12) sur sa périphérie,

au moins dans l'état de fonctionnement du dispositif (1), au moins temporairement, une force étant transmissible entre le système de guidage (5) et le chariot supérieur (4) exclusivement à l'aide de l'ensemble formant tampon (9, 9'),

caractérisé en ce que

la section transversale annulaire (13, 13') comporte au moins un évidement (17), de telle sorte que la section transversale annulaire (13, 13') soit réduite par rapport à une section transversale pleine, de sorte qu'une rigidité de l'ensemble formant tampon (9, 9') soit réduite par rapport à une telle dont la section transversale annulaire est formée d'une section transversale pleine.

2. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** dans une direction parallèle à l'axe de rotation (7), le moyen d'assemblage (11) s'étend au moins sur une longueur totale de l'ensemble formant tampon (9, 9').
3. Dispositif (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le moyen d'assemblage (11) s'étend à l'intérieur de l'ensemble formant tampon (9, 9'), de telle sorte que l'ensemble formant tampon (9, 9') entoure le moyen d'assemblage (11) au moins partiellement, de préférence totalement.

4. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'ensemble formant tampon (9, 9') est conçu en étant symétrique en rotation autour de son axe longitudinal (15).
5. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'évidement (12) s'étend sur la longueur totale de l'ensemble formant tampon (9, 9') et à la parallèle de l'axe de rotation (7), la section transversale annulaire (13, 13') de l'ensemble formant tampon (9, 9') entourant l'évidement (12) sur sa périphérie.
6. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**au moins dans un état de repos du système de guidage (5), dans lequel celui-ci est libre de forces extérieures, la section transversale annulaire (13, 13') est conçue en forme de Z ou en forme de W.
7. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** sur une face frontale (16) dirigée vers le chariot supérieur (4), l'ensemble formant tampon (9, 9') comporte une saillie (14) axiale, l'ensemble formant tampon (9, 9') étant adjacent au chariot supérieur (4), de préférence par une face frontale de la saillie (14).
8. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'ensemble formant tampon (9, 9') est constitué d'une matière élastique, de préférence d'un élastomère, de préférence par ailleurs d'un caoutchouc naturel.
9. Dispositif (1) selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'**une dureté de la matière de l'ensemble formant tampon (9, 9') se situe dans un ordre de 30 shore à 50 shore, de préférence dans l'ordre de 35 shore à 45 shore.
10. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**un moyen d'accouplement (10), à l'aide duquel l'ensemble formant tampon (9, 9') est accouplé au système de guidage (5) forme avec l'ensemble formant tampon (9, 9') une zone de chevauchement dans laquelle, considérés dans la direction radiale par rapport à l'axe de rotation (7), le moyen d'accouplement (10) et l'ensemble formant tampon (9, 9') se chevauchent, de telle sorte que des surfaces correspondantes de l'ensemble formant tampon (9, 9') et du moyen d'accouplement (10) soient en contact mutuel.
11. Dispositif (1) selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le moyen d'accouplement (10) est conçu sous la forme d'une douille entourant l'ensemble formant tampon (9, 9') qui entoure au moins en majeure partie, de préférence totalement l'ensemble formant tampon (9, 9').
12. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'**en partant d'un état de repos du système de guidage (5), dans lequel celui-ci est libre de forces extérieures, par l'exercice d'une force sur le système de guidage (5), l'ensemble formant tampon (9, 9') est déformable, une rigidité de l'ensemble formant tampon (9, 9') croissant au fur et à mesure de l'accroissement de la déformation de l'ensemble formant tampon (9, 9').
13. Dispositif (1) selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'**en partant d'une rigidité de départ, à partir de l'atteinte d'une déformation limite (22), une rigidité de l'ensemble formant tampon (9, 9') que présente l'ensemble formant tampon dans un état non déformé se modifie en une rigidité finale, la rigidité finale étant augmentée par rapport à la rigidité de départ.
14. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le système de guidage (5) est formé d'un timon à deux bras, qui à l'aide de deux points d'assemblage (6) est assemblé avec le chariot supérieur (4), le dispositif (1) comprenant au total deux ensembles formant tampon (9, 9'), dont chaque fois l'un agit sur l'un des deux points d'assemblage (6).

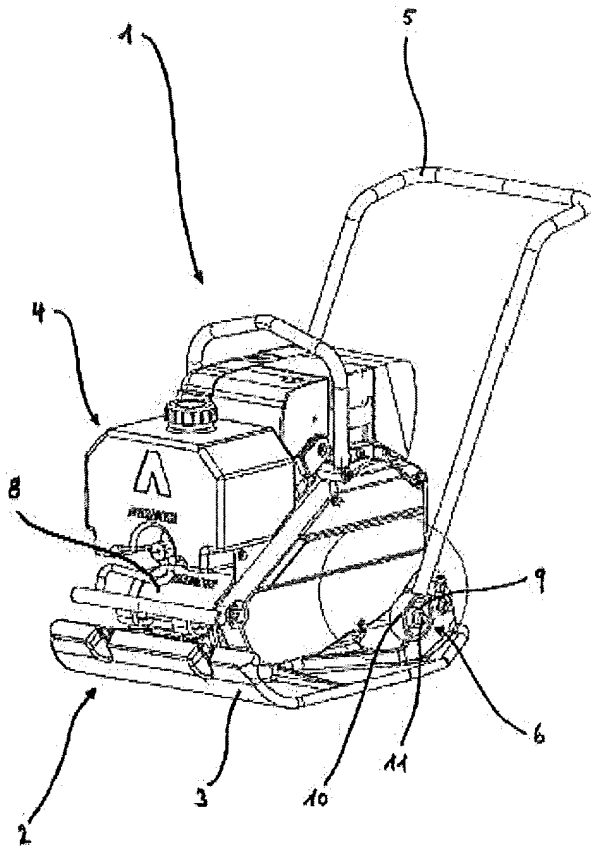


Fig. 1

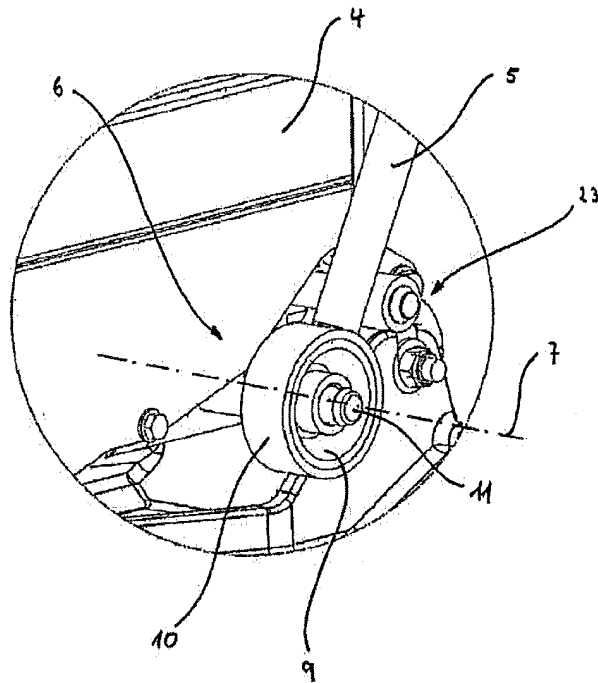


Fig. 2

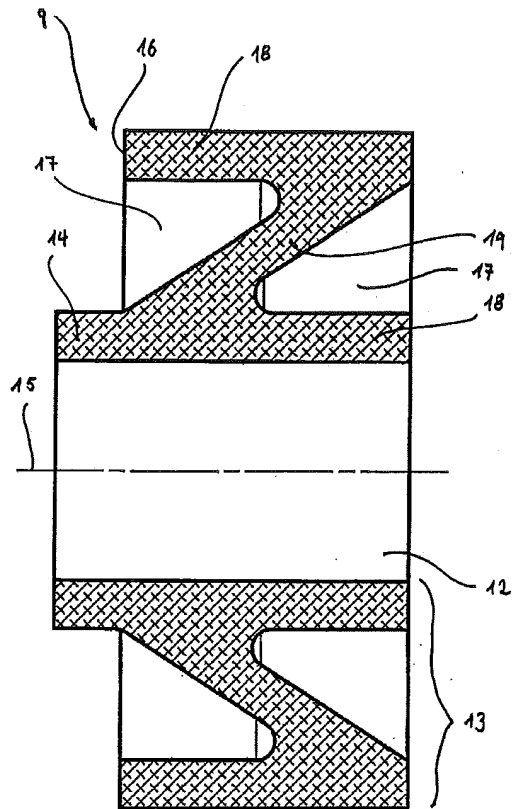


Fig. 3

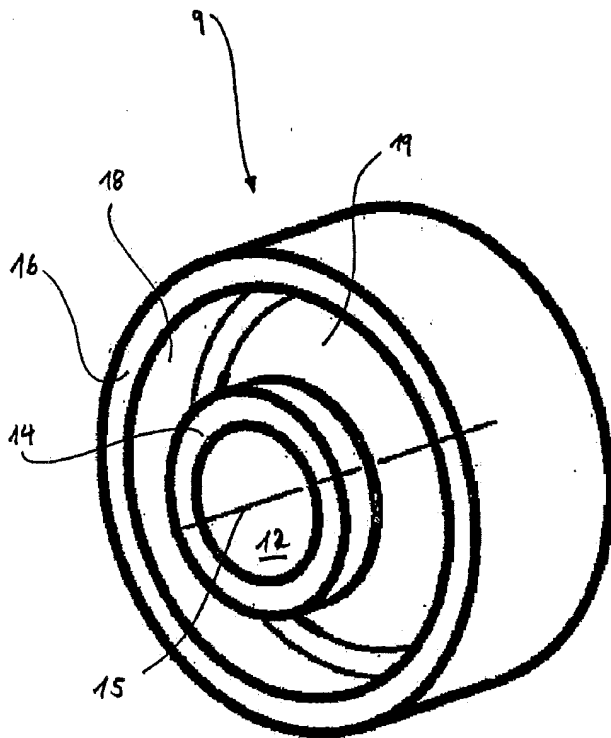


Fig. 4

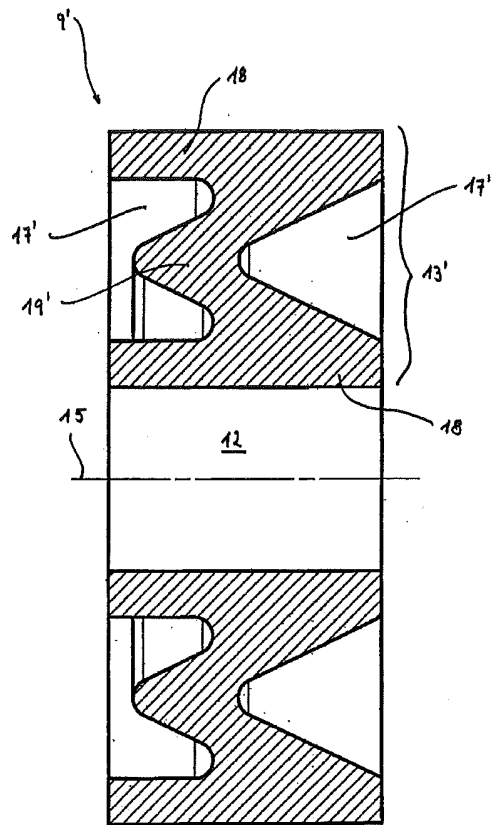


Fig. 5

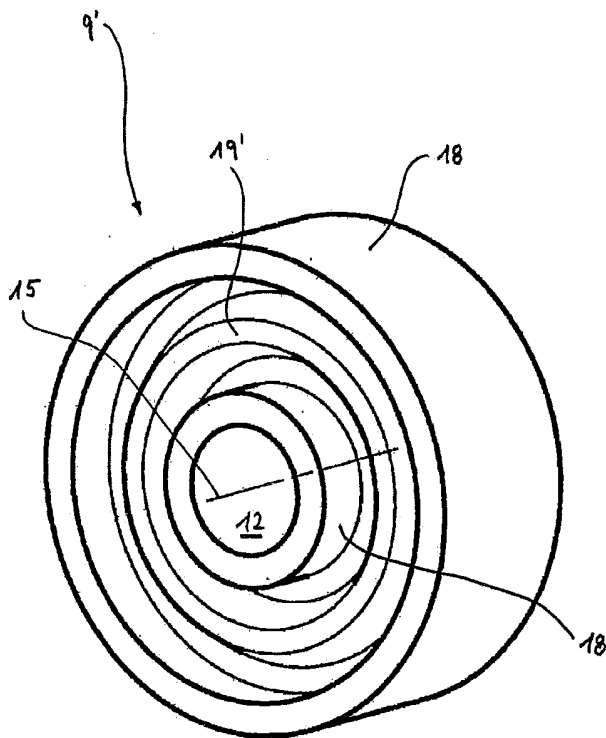


Fig. 6

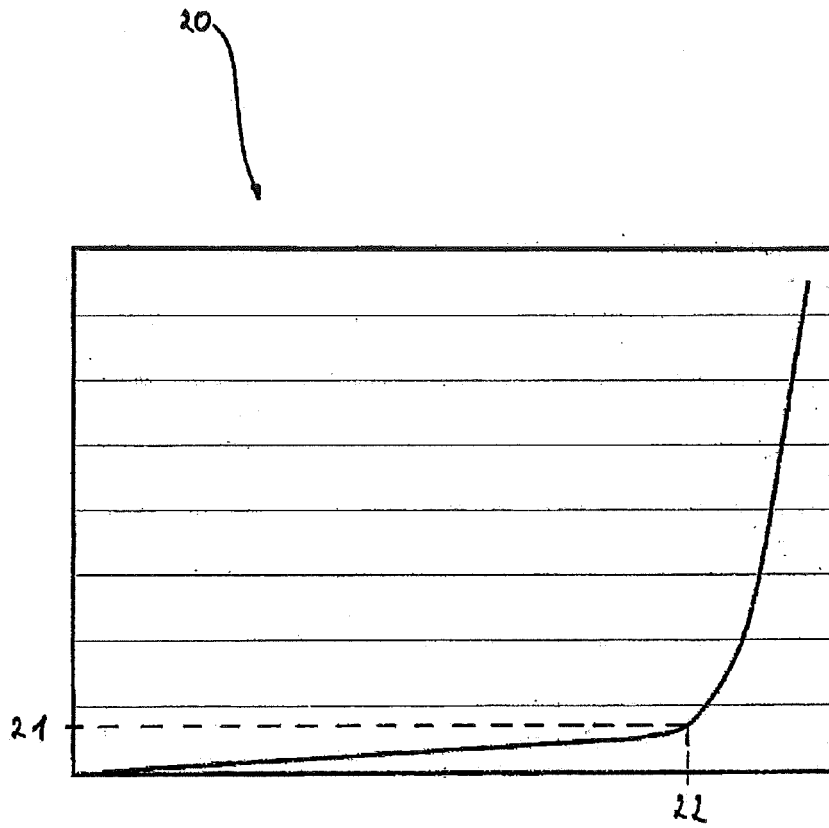


Fig. 7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 29701737 U1 [0009] [0011]
- US 3972637 A [0014]
- US 4113403 A [0014]